

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-242963

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 7/09

G11B 7/12

(21)Application number : 11-041755

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 19.02.1999

(72)Inventor : AOYAMA NOBUHIDE  
YOSHIKAWA HIROYASU  
HASEGAWA SHINYA

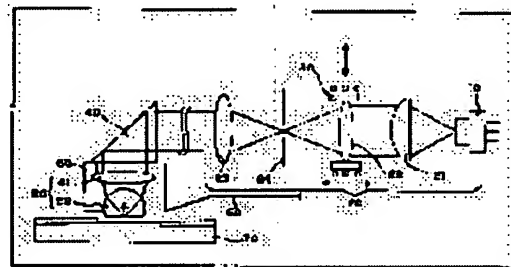
### (54) OPTICAL INFORMATION STORAGE DEVICE AND OPTICAL HEAD

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily correct wave aberration by providing the device with a light source, a transmitting part to transmit the light from the light source, a condensing part to condense the transmitted light by the transmitting part and to focus the light on a storage medium, and further with a controlling mechanism of divergence and convergence degrees to adjust the transmitting part to control the divergence and convergence degrees of the light transmitted by the transmitting part.

**SOLUTION:** The collimated beam generated by a collimator 20 is passed through a reflection prism and refracted by a convergence lens 51 and a solid immersion lens(SIL) 52 to condense on a storage medium 70. In this process, wave aberration exists which is caused by errors in the distance between the convergence lens 51 and the SIL 52, errors in the position of the lenses in the perpendicular direction to the optical axis, or errors in the thickness of the SIL 52.

The wave aberration can be suppressed by moving a first converting lens 22 in the parallel direction to the optical axis by an actuator 30 so as to adjust the collimation degree of the collimated beam generated by the collimator 20 and to convert the collimated beam into a little convergent beam or divergent beam.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-242963

(P2000-242963A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	フォーマット*(参考)		
G 1 1 B	7/135	C 1 1 B	7/135	Z	5 D 1 1 8
	7/09		7/09	B	5 D 1 1 9
	7/12		7/12		

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-41755

(22) 出願日 平成11年2月19日(1999.2.19)

(71) 出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 青山 信秀

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 吉川 浩孝

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100094330

弁理士 山田 正紀

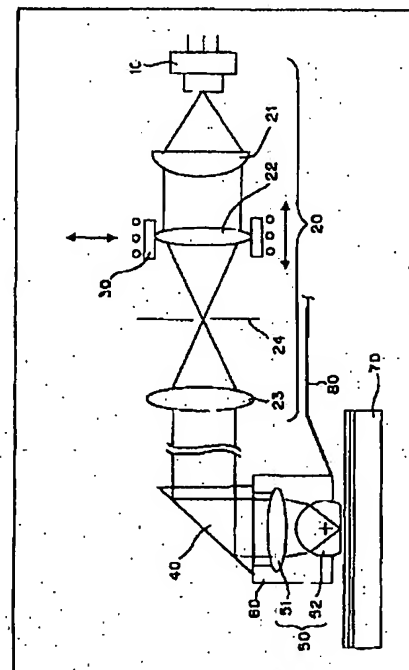
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記憶装置および光学ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 厚み誤差や取付誤差に起因する波面収差を容易に補正することができる光情報記憶装置およびそのような光学ヘッドを提供する。

【解決手段】 半導体レーザ10から発せられた光をコリメートして平行光束を生成するコリメータ20と、そのコリメータ20を調整することにより、コリメータ20が生成する平行光束の平行度を調整する調整機構30とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の記憶媒体に光を照射することによって該記憶媒体に対する情報のアクセスを行う光情報記憶装置において、

光を発する光源と、

前記光源から発せられた光を伝達する伝達部と、

前記伝達部により伝達された光を集光して前記記憶媒体にフォーカスさせる集光部とを備え、さらに、

前記伝達部を調整して、該伝達部により伝達される光の発散収束度を調整する発散収束度調整機構を備えたことを特徴とする光情報記憶装置。

【請求項2】 前記伝達部が、前記光源から発せられた光をコリメートすることによって平行光束を生成するコリメータを含むものであり、

前記発散収束度調整機構が、前記コリメータを調整して、該コリメータにより生成される平行光束の平行度を調整する平行度調整機構であることを特徴とする請求項1記載の光情報記憶装置。

【請求項3】 前記コリメータが、光源から発せられた光が順次通過する複数のレンズを備えたものであり、前記平行度調整機構が、前記複数のレンズのうちのいずれかのレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項4】 前記コリメータが、前記光源から発せられた光をコリメートして平行光束を一旦生成するコリメート部と、前記コリメート部により一旦生成された平行光束を発散光束もしくは集光光束に変換する第1変換レンズと、前記第1変換レンズによって平行光束が変換されてなる発散光束もしくは集光光束を平行光束に戻す第2変換レンズとを備えたものであり、

前記平行度調整機構が、前記第1変換レンズおよび前記第2変換レンズのうちのいずれか一方のレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項5】 前記光源が発散光を発するものであり、前記コリメータが、前記光源から発せられた発散光をコリメートするコリメートレンズであり、前記平行度調整機構が、前記コリメートレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項6】 前記コリメータを調整することにより、該コリメータによって生成される平行光束の進行方向を調整する進行方向調整機構を備えたことを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項7】 前記コリメータが、光源から発せられた光が順次通過する複数のレンズを備えたものであり、前記進行方向調整機構が、前記複数のレンズのうちのいずれかのレンズを光軸に対して垂直に移動させるものであることを特徴とする請求項6記載の光情報記憶装置。

【請求項8】 前記コリメータが、前記光源から発せら

れた光をコリメートして平行光束を一旦生成するコリメート部と、前記コリメート部により一旦生成された平行光束を発散光束もしくは集光光束に変換する第1変換レンズと、前記第1変換レンズによって平行光束が変換されてなる発散光束もしくは集光光束を平行光束に戻す第2変換レンズとを備えたものであり、

前記進行方向調整機構が、前記第1変換レンズおよび前記第2変換レンズのうちのいずれか一方のレンズを光軸に対して垂直に移動させるものであることを特徴とする請求項6記載の光情報記憶装置。

【請求項9】 前記コリメータが、平行光束を平面で反射する反射体を備えたものであり、

前記進行方向調整機構が、前記反射体を、前記平行光束が反射される方向が変わるように回動させるものであることを特徴とする請求項3記載の光情報記憶装置。

【請求項10】 前記集光部がソリッドイマージョンレンズを含むものであることを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項11】 前記集光部が、超半球面を有するソリッドイマージョンレンズを含むものであることを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項12】 前記記憶媒体に照射されて該記憶媒体によって反射された光を用いて、前記集光部によるフォーカシングのエラーを検出するフォーカシングエラー検出部と、

前記フォーカシングエラー検出部による検出結果を前記平行度調整機構にフィードバックすることにより、前記集光部によるフォーカスを前記記憶媒体に合わせさせるフォーカス制御部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項13】 前記記憶媒体が、情報が記憶される同心円状もしくは螺旋状のトラックを有するものであって、

前記記憶媒体に照射され該記憶媒体によって反射された光を用いて、前記集光部により光がフォーカスされたフォーカス位置と、前記トラックの位置とのずれを検出するトラッキングエラー検出部と、

前記トラッキングエラー検出部による検出結果を前記進行方向調整機構にフィードバックすることにより、前記フォーカス位置を前記トラックの位置に合わせさせるトラッキング制御部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項14】 前記記憶媒体が、前記トラックに沿ったエンボスビットを形成されてなるものであって、前記トラッキングエラー検出部が、サンプルサーボ方式により前記フォーカス位置と前記トラックの位置とのずれを検出するものであることを特徴とする請求項13記載の光情報記憶装置。

【請求項15】 前記記憶媒体表面から浮上した状態、あるいは前記記憶媒体表面に接した状態で該記憶媒体表

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の光情報記憶装置は、所定の記憶媒体に光を照射することによって該記憶媒体に対する情報のアクセスを行う光情報記憶装置において、光を発する光源と、光源から発せられた光を伝達する伝達部と、伝達部により伝達された光を集光して上記記憶媒体にフォーカスさせる集光部とを備え、さらに、伝達部を調整して、その伝達部により伝達される光の発散収束度を調整する発散収束度調整機構を備えたことを特徴とする。

【0008】本発明の光情報記憶装置は、上記伝達部が、光源から発せられた光をコリメートすることによって平行光束を生成するコリメータを含むものであり、上記発散収束度調整機構が、上記コリメータを調整して、そのコリメータにより生成される平行光束の平行度を調整する平行度調整機構であることが望ましい。

【0009】本発明の光情報記憶装置によれば、発散収束度調整機構や平行度調整機構によって光束の発散収束度等が調整されて波面収差が容易に補正され、その結果、小さなスポットサイズが実現されるので、高密度な情報記録や情報再生を行うことができる。

【0010】本発明の光情報記憶装置は、上記コリメータが、光源から発せられた光が順次通過する複数のレンズを備えたものであり、上記平行度調整機構が、上記複数のレンズのうちのいずれかのレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることが望ましく、さらには、上記コリメータが、上記光源から発せられた光をコリメートして平行光束を一旦生成するコリメート部と、コリメート部により一旦生成された平行光束を発散光束もしくは集光光束に変換する第1変換レンズと、第1変換レンズによって平行光束が変換されてなる発散光束もしくは集光光束を平行光束に戻す第2変換レンズとを備えたものであり、上記平行度調整機構が、第1変換レンズおよび第2変換レンズのうちのいずれか一方のレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることが望ましい。

【0011】これら望ましい構成の光情報記憶装置によれば、平行度調整機構がレンズを光束に対して平行に移動させることによって平行光束の平行度が容易に調整される。

【0012】また、本発明の光情報記憶装置は、上記光源が発散光を発するものであり、上記コリメータが、光源から発せられた発散光をコリメートするコリメートレンズであり、上記平行度調整機構が、コリメートレンズを光軸に対して平行に移動させるものであることが好適である。

【0013】このような好適な構成の光情報記憶装置によれば、非常に簡単な光学系によって上記目的を達成することができ、装置の小型化に有効である。

【0014】さらに、本発明の光情報記憶装置は、上記

コリメータを調整することにより、そのコリメータによって生成される平行光束の進行方向を調整する進行方向調整機構を備えることが望ましい。

【0015】このような進行方向調整機構を備えることにより、集光部によって光がフォーカスされる位置を調整することができる。

【0016】このような進行方向調整機構を備えた光情報記憶装置は、上記コリメータが、光源から発せられた光が順次通過する複数のレンズを備えたものであり、上記進行方向調整機構が、上記複数のレンズのうちのいずれかのレンズを光軸に対して垂直に移動させるものであることが望ましく、さらには、上記コリメータが、上記光源から発せられた光をコリメートして平行光束を一旦生成するコリメート部と、コリメート部により一旦生成された平行光束を発散光束もしくは集光光束に変換する第1変換レンズと、第1変換レンズによって平行光束が変換されてなる発散光束もしくは集光光束を平行光束に戻す第2変換レンズとを備えたものであり、上記進行方向調整機構が、第1変換レンズおよび第2変換レンズのうちのいずれか一方のレンズを光軸に対して垂直に移動させるものであることが望ましい。

【0017】これらの望ましい構成の光情報記憶装置によれば、進行方向調整機構がレンズを光軸に対して垂直に移動させることによって光束の進行方向が容易に調整される。

【0018】また、進行方向調整機構を備えた光情報記憶装置は、上記コリメータが、平行光束を反射する反射体を備えたものであり、上記進行方向調整機構が、反射体を、平行光束が反射される方向が変わるように回転させるものであることが好適である。

【0019】このような好適な構成の光情報記憶装置によれば、進行方向調整機構が反射体を回転させることによって光束の進行方向が容易に調整される。

【0020】また、本発明の光情報記憶装置は、上記集光部がソリッドイマージョンレンズを含むものであることが好ましく、さらには、上記集光部が、超半球面を有するソリッドイマージョンレンズを含むものであることが好ましい。

【0021】これらの好ましい構成の光情報記憶装置によれば、ソリッドイマージョンレンズによって小さなスポットが得られて、高密度な情報記録や情報再生を行うことができる。

【0022】また、本発明の光情報記憶装置は、上記記憶媒体に照射されてその記憶媒体によって反射された光を用いて、上記集光部によるフォーカシングのエラーを検出するフォーカシングエラー検出部と、フォーカシングエラー検出部による検出結果を上記平行度調整機構にフィードバックすることにより、集光部によるフォーカスを記憶媒体に合わせるフォーカス制御部とを備えたことが望ましい。

面に沿って移動する、前記集光部が固定されてなるスライダを備えたことを特徴とする請求項2記載の光情報記憶装置。

【請求項16】 前記光源と、前記集光部と、該光源から発せられた光を該集光部に導く光学系との相互の相対位置を固定したまま前記スライダを前記記憶媒体表面の所望の位置に移動させるスライダ移動部を備えたことを特徴とする請求項15記載の光情報記憶装置。

【請求項17】 光を発する光源と、前記光源から発せられた光を伝達する伝達部と、前記伝達部により伝達された光を集光してフォーカスさせる集光部とを備え、さらに、前記伝達部を調整して、該伝達部により伝達される光の発散収束度を調整する発散収束度調整機構を備えたことを特徴とする光学ヘッド。

【請求項18】 前記伝達部が、前記光源から発せられた光をコリメートすることによって平行光束を生成するコリメータを含むものであり、前記発散収束度調整機構が、前記コリメータを調整して、該コリメータにより生成される平行光束の平行度を調整する平行度調整機構であることを特徴とする請求項17記載の光学ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の記憶媒体に光を照射することによってその記憶媒体に対する情報のアクセスを行う光情報記憶装置、および光をフォーカスさせる光学ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、音声、文字、画像情報等を記憶する媒体として、CD、CD-ROM、CD-R、DVD、PD、MOといった光ディスクが知られており、このような光ディスクにアクセスする光情報記憶装置も知られている。光情報記憶装置は、照射光を対物レンズで光ディスクに集光することにより光ディスクにアクセスするものであり、光ディスクに対する情報記録の記録密度は、媒体上での照射光のスポットサイズに依存する。そして、そのスポットサイズは、照射光の波長を $\lambda$ 、対物レンズの開口数をNAとすると光の回折限界である $\lambda/NA$ に依存する。このため、光ディスクに対する高密度な情報記録を実現するために、短波長レーザ光源の開発や対物レンズの高NA化の研究が現在盛んに行なわれている。対物レンズの高NA化の方法としては、光学顕微鏡における油浸レンズのように、屈折率の高い媒質の中で光を集光させることにより、開口数が1を超えて1.4程度となるような対物レンズを実現する方法が知られている。

【0003】しかし、これまでの光情報記憶装置の光学系では、光ディスクと対物レンズとの間がかなり離れており、その間が空気で満たされているため、対物レンズ

に入射された光のうちNAが1を超えるような部分は、通常の条件では対物レンズの硝材の内面で全反射されてしまい、油浸対物レンズのような高NAが実現できなかった。これに対し、近年、硝材端面と光記録媒体との間隔を十分に狭くすることにより、対物レンズに入射された光のうちNAが1を超えるような部分を、レンズ端面からのエバネッセント波やトンネリング光として光ディスクに照射する技術が提案されている。特に、最近のハードディスクのスライダにおける浮上量の制御に見られるような、ナノメータオーダの距離制御技術の発達に伴い、特開平5-189796号公報に開示されているような、ソリッドイマージョンレンズ(Solid Immersion Lens:以下SILと称する)と収束レンズとを含む高NAの対物レンズを用いた光情報記憶装置の研究が盛んになっている。このような高NAの対物レンズを浮上型スライダや摺動型スライダに搭載し、光ディスク記憶媒体との間隔を精密に制御することで、高密度な情報記憶や情報再生が実現される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、SILを含む対物レンズにおいては、高NAであるために、SILの厚み等の加工精度や、SILや収束レンズの取付け精度がかなり厳しく、対物レンズの量産が困難である。また、従来の光情報記憶装置の光学系では、対物レンズが光ディスクの表面に対して垂直な方向に移動することにより、記憶媒体上への照射光のフォーカシングが行なわれていたが、SILを含む一体化された対物レンズにおいては、SILの厚み誤差や取付け誤差に起因する波面収差のために光の焦点位置がSILの内部に入ってしまう場合があり、その場合には、対物レンズ全体の移動ではフォーカシングができないという問題がある。また、対物レンズ等をスライダに搭載するとレンズの作動距離が非常に小さいため、上記波面収差のために光の焦点位置が記憶媒体内部に深く入ってしまった場合にもフォーカシングができない。さらに、SILを含む対物レンズを一体化すると、光源の波長変動による波面収差を補正することができないという問題もある。

【0005】これらの波面収差を抑制するために、SILおよび収束レンズそれぞれの位置をアクチュエータで別個に制御する方法も考えられるが、各位置の制御が非常に難しいという問題がある。さらに、SILと記憶媒体との距離をナノメータオーダで制御するために、浮上型スライダや摺動型スライダ等に対物レンズを搭載することを考えると、対物レンズは小型かつ軽量であることが必要であるので、対物レンズにアクチュエータを取り付けるためにはかなりの工夫が必要となる。

【0006】本発明は、上記事情に鑑み、上述したような波面収差を容易に補正することができる光情報記憶装置、およびそのような光学ヘッドを提供することを目的とする。

ることができる。

【0036】図1や図2に示す対物レンズ3、4は、記憶媒体表面に沿って移動するスライダに搭載され、このスライダによってSIL3b、4bが、記憶媒体に近接した位置に保持される。対物レンズ3、4が搭載されるスライダとしては、記憶媒体表面を摺動する摺動型スライダや、記憶媒体から浮上した状態で移動する浮上型スライダが知られている。

【0037】図3は、SILを含む対物レンズがスライダに搭載された様子を示す図である。

【0038】図3には、対物レンズの一例として図2に示す対物レンズ4が示されており、スライダの一例として浮上型スライダ5が示されている。

【0039】ここで、図3の右側に示すように、対物レンズ4の光軸方向（図3の上下方向）をZ方向、Z方向に対して垂直な平面をX-Y平面、SIL4bの厚みをdと定義する。

【0040】SIL4bの加工に際してSIL4bの厚み誤差 $\Delta d$ が生じ、また、スライダ5に対する収束レンズ4aおよびSIL4bの取付けに際し、収束レンズ4aとSIL4bとの相対的な配置について、光軸方向の配置位置ずれ $\Delta Z$ や、X-Y平面内の配置位置ずれ $\Delta X$ を生じる。これらの誤差等に起因して光束の波面がゆがみ波面収差が生じる。

【0041】図4は、光軸方向の配置位置ずれ $\Delta Z$ に起因する波面収差を示すグラフであり、図5は、X-Y平面内の配置位置ずれ $\Delta X$ に起因する波面収差を示すグラフであり、図6は、厚み誤差 $\Delta d$ に起因する波面収差を示すグラフである。

【0042】図4、図5、図6の縦軸には、図1や図2に示す平行光束を多数の光線の束と考えた場合に、それら多数の光線が対物レンズの設計集光位置に到達する際における光の波のぼらつき具合が、光の波長で規格化された分散で示されており、このぼらつき具合が波面収差に相当する。

【0043】また、図4、図5、図6には、図1に示す半球のSIL3bを含む対物レンズ3が用いられた場合のグラフが直線L1、L2、L3で示されており、図2に示す超半球のSIL4bを含む対物レンズ4が用いられた場合のグラフが波線L4、L5、L6で示されている。さらに、図4、図5、図6には、十分小さな照射ビームスポット径が得られるための波面収差量の目安であるマレシャルの基準値が一点鎖線L7、L8、L9で示されている。

【0044】図4および図6には直線状のグラフが示されており、位置ずれ $\Delta Z$ や厚み誤差 $\Delta d$ が数 $\mu\text{m}$ を越えると波面収差量がマレシャルの基準値を越えてしまうことが示されている。また、図5には湾曲状のグラフが示されており、位置ずれ $\Delta X$ が数十 $\mu\text{m}$ を越えると波面収差量がマレシャルの基準値を越えてしまうことが示されて

いる。つまり、SILの加工精度や、収束レンズ等の取り付け精度としては、数 $\mu\text{m}$ 以下、あるいは数十 $\mu\text{m}$ 以下といった高い精度が要求され、対物レンズの量産が困難であるという問題点がある。また、このような高精度を満足できない場合には、スポット径が大きくて記録密度が低いという問題が生じたり、あるいは、図3に示すようにSIL4b内に焦点位置fが入り込んでしまつて、記憶媒体上へ照射光をフォーカスすることができなくなるという問題が生じる。

【0045】また、図3に示すスライダ5に、収束レンズ4aやSIL4bの位置を制御するアクチュエータを搭載すれば、理論的には収差を補正することができるが、そのようなアクチュエータによる位置制御は難しいという問題がある。また、SIL4bを記憶媒体に近接させて保持するためには、スライダ5は小型で軽量であることが必要であるので、スライダ5にアクチュエータを搭載するためにはかなりの工夫が必要であるという問題もある。

【0046】上記問題点を踏まえて、以下、本発明の実施形態について説明する。先ず、本発明の光学ヘッドの一実施形態を含む、本発明の光情報記憶装置の第1実施形態について説明する。

【0047】図7は、第1実施形態の光学系の一部を示す図である。

【0048】この図7には、レーザ光を発散光として発する半導体レーザ10が示されている。また、半導体レーザ10から発せられた発散光束をコリメートして平行光束を生成する、本発明にいうコリメート部の一例であるコリメートレンズ21と、その平行光束を収束光束に変換し一旦焦点を結ばせる第1変換レンズ22と、収束光束が一旦焦点を結んだ後の発散光束を平行光束に戻す第2変換レンズ23と、収束光束が一旦焦点を結ぶ位置に設けられた、迷光を取り除くアパーチャ24が示されており、コリメートレンズ21、第1変換レンズ22、第2変換レンズ23、およびアパーチャ24によってコリメータ20が構成されている。このコリメータ20は本発明にいうコリメータの一種であり、本発明にいうコリメータはこの図7に示す構成に限られるものではないことは当然である。また、アパーチャ24は、迷光を取り除くことによって波面収差を抑える働きをするが、本発明にいうコリメータに必須のものではない。

【0049】また、この図7には、本発明にいう平行度調整機構および進行方向調整機構の一例であるアクチュエータ30が示されている。ここに示すアクチュエータ30は、第1変換レンズ22を、光軸に対して平行な方向や、光軸に対して垂直な方向に駆動するものであるが、以下の説明は、アクチュエータ30が第2変換レンズ23を駆動する場合にも全く同様に当てはまる。また、第1変換レンズ22や第2変換レンズ23の移動方法としては、ボイスコイルを用いたアクチュエータの



【0023】このようなフォーカス制御部を備えた光情報記憶装置によれば、フォーカシングのエラーの検出結果が平行度調整機構にフィードバックされて、フォーカスが記憶媒体に合わされるので、小さなスポットを記憶媒体上に形成することができる。

【0024】さらに、本発明の光情報記憶装置は、上記記憶媒体が、情報が記憶される同心円状もしくは螺旋状のトラックを有するものであって、記憶媒体に照射されるその記憶媒体によって反射された光を用いて、上記集光部により光がフォーカスされたフォーカス位置と、トラックの位置とのずれを検出するトラッキングエラー検出部と、トラッキングエラー検出部による検出結果を上記進行方向調整機構にフィードバックすることにより、フォーカス位置をトラックの位置に合わせさせるトラッキング制御部とを備えたことが望ましく、さらには、上記記憶媒体が、上記トラックに沿ったエンボスピットを形成されてなるものであって、上記トラッキングエラー検出部が、サンプルサーボ方式により上記フォーカス位置とトラックの位置とのずれを検出するものであることが望ましい。

【0025】このようなトラッキング制御部を備えた光情報記憶装置によれば、フォーカス位置のずれの検出結果が進行方向調整機構にフィードバックされて、フォーカス位置が調整されるので、記憶媒体上の所望の位置が確実にアクセスされる。

【0026】さらにまた、本発明の光情報記憶装置は、上記記憶媒体表面から浮上した状態、あるいは上記記憶媒体表面に接した状態でその記憶媒体表面に沿って移動する、上記集光部が固定されてなるスライダを備えることが好適であり、このスライダを備えた光情報記憶装置は、上記光源と、上記集光部と、光源から発せられた光を集光部に導く光学系との相互の相対位置を固定したまま上記スライダを上記記憶媒体表面の所望の位置に移動させるスライダ移動部を備えることが好適である。

【0027】上述したようなスライダを備えた光情報記憶装置によれば、集光部と記憶媒体表面との間隔を一定に保つことができる。また、上述したようなスライダ移動部を備えた光情報記憶装置によれば、光源から集光部に至る光の光路が固定されることとなり、上述した波面収差が安定的に補正される。

【0028】上記目的を達成する本発明の光学ヘッドは、光を発する光源と、光源から発せられた光を伝達する伝達部と、伝達部により伝達された光を集光してフォーカスさせる集光部とを備え、さらに、伝達部を調整して、その伝達部により伝達される光の発散収束度を調整する発散収束度調整機構を備えたことを特徴とする。

【0029】本発明の光学ヘッドは、上記伝達部が、光源から発せられた光をコリメートすることによって平行光束を生成するコリメータを含むものであり、上記発散収束度調整機構が、上記コリメータを調整して、そのコ

リメータにより生成される平行光束の平行度を調整する平行度調整機構であることが望ましい。

【0030】本発明の光学ヘッドによれば、発散収束度調整機構や平行度調整機構によって光束の発散収束度等が調整されて波面収差が容易に補正され、その結果、微小な集光スポットを実現することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明するに当たり、先ず、比較例とその問題点について説明し、その後、その問題点を踏まえて実施形態を説明する。

【0032】図1は、半球のSILが用いられた第1比較例を示す図であり、図2は、超半球のSILが用いられた第2比較例を示す図である。また、図1および図2には、光情報記憶装置の光学ヘッドのうちの対物レンズ近傍のみが示されている。

【0033】図1には、平行光束1aを記憶媒体2にフォーカスする対物レンズ3が示されており、この対物レンズ3は、収束レンズ3aと半球のSIL3bによって構成されている。平行光束1aは、収束レンズ3aによって屈折されて収束光束1bに変換され、その収束光束1bは、SIL3bの半球面で屈折されることなくSIL3b内に入射され、SIL3bの平面上で焦点を結ぶ。この焦点を結んだ光のエバネッセント波等が記憶媒体2に照射されるように、SIL3bは記憶媒体2に非常に近接した位置に保持されるので、光は実質的に記憶媒体2にフォーカスされることとなる。記憶媒体2は、基板2aと、情報が記憶される記憶層2bと、記憶層を保護する保護膜2cで構成されており、記憶層2bに光が到達することにより記憶媒体2に対するアクセスが行われる。記憶媒体2に対するアクセス方法は周知の技術でありこれ以上の説明は省略する。

【0034】収束レンズ3aにより平行光束1aが変換されてなる収束光束1bの錐角を $2\theta$ とすると、収束レンズ3aの開口数は $\sin\theta$ で与えられ、SIL3bの屈折率を $n$ とすると、対物レンズ3全体の開口数は $NA = n \cdot \sin\theta$ となり、屈折率が十分に高い材料でSIL3bを作成することにより、対物レンズ3全体として1を超える開口数を実現することができる。

【0035】図2には、図1同様の収束レンズ4aと、超半球のSIL4bによって構成された対物レンズ4が示されており、平行光束1aは、収束レンズ4aによって屈折されて収束光束1bに変換され、その収束光束1bは、SIL4bの超半球面でさらに屈折されてSIL4b内に入射され、SIL4bの平面上で焦点を結ぶ。上記同様に、収束光束1bの錐角を $2\theta$ 、SIL4bの屈折率を $n$ とすると、図2に示す対物レンズ4全体の開口数は $NA = n \cdot n \cdot \sin\theta$ となり、上記同様に、SIL4bの材料として高屈折率の材料を選択することにより、1を超える開口数を有する対物レンズ4を実現す



グラフに示す、光軸方向の配置位置ずれ $\Delta Z$ による波面収差量は、SILに半球レンズ及び超半球レンズのどちらが用いられた場合であっても上述したような補正により極めて低く抑えられており、図4に示す、補正がない場合に比べて大幅に波面収差が改善されている。

【0061】次に、平面内の配置位置ずれ $\Delta X$ に起因する波面収差に関して、図9と図5とを比較すると、上述したような補正により波面収差は改善されている。ただし、半球のSILを使用した場合には、補正による波面収差の抑制効果が小さい。つまり、本発明による効果は超半球レンズを用いた場合に特に有効である。

【0062】さらに、SILの厚み誤差 $\Delta d$ に起因する波面収差に関して、図10と図6とを比較すると、上述したような補正により波面収差が抑制されており、SILに超半球レンズが用いられた場合には、波面収差が図10のグラフ全体に亘ってマレシャルの基準値をかなり下回っており、SILに半球レンズが用いられた場合であっても、波面収差はグラフのほぼ全体に亘ってマレシャルの基準値以下になっている。

【0063】このように、本発明に係る構成により、SILを含む対物レンズの配置誤差やレンズの加工誤差に起因する波面収差を補正することができる。また、上述したように、図7に示すアクチュエータ30が第2変換レンズ23を移動させるものであっても、図8、図9、図10に示されている効果は全く遜色なく得られる。さらに、上記説明は、配置誤差等のうちの一種の誤差だけが生じている仮想的な場合についての説明であるが、誤差が複合的に生じている場合であっても、上述したような補正により波面収差が十分に抑制されることが期待できる。さらにまた、光源の波長変動による波面収差の抑制も期待できる。

【0064】図7に示すスライダ60はスイングアーム80に固定されており、半導体レーザ10やコリメータ20もスイングアーム80上に配置されている。このスイングアーム80は、本発明にいうスライダ移動部の一例である。

【0065】図11は、スイングアーム80上に配置されたコリメータ20等を示す斜視図である。

【0066】スライダ60は、スイングアーム80の先端に固定されており、コリメータ20や半導体レーザ10は、スイングアーム80の回転軸81付近に配置されている。このような配置によって、スイングアーム80先端が軽くなり、後述するシーク動作が迅速かつ確実に行われる。また、スライダ60等がスイングアーム80に固定されて配置されることによって、スライダ60と、コリメータ20との間隔が常に一定であるため、一度コリメータ20を調整して波面収差を抑えたと、シーク動作時における再調整が不要であるという利点がある。

【0067】この図11には、ディスク形状をした記憶

媒体70が示されており、この記憶媒体70は、モータによって回転されて使用される。また、この記憶媒体70には、情報を記憶するトラックが同心円状に設けられており、スイングアーム80が回転軸81を中心として回転することにより、スライダ60が記憶媒体70上を所望のトラックまで移動するシーク動作が行われる。また、上述したように、アクチュエータ30によって第1変換レンズ22が光軸と垂直な方向に移動されることで、記憶媒体70上の照射光スポット位置が移動制御されて、照射光スポット位置をトラック上に合わせるいわゆるトラッキング動作が行われる。

【0068】図12は、記憶媒体に形成されたトラックの一例を示す概念図である。

【0069】記憶媒体に形成されるトラックの形状は、同心円、螺旋あるいは逆螺旋等が考えられるが、この図12には同心円状にトラックが形成された記憶媒体70が例示されている。また、一般に記憶媒体にはトラッキング動作やシーク動作を行うための目印としてエンボスビットや連続案内溝が形成され、トラッキングの手段としては、予め記憶媒体上に形成された案内溝からの検出光の回折を利用したブッシュアップ法や、照射光を3つに分離して検出する3ビーム法等が知られている。この図12には、上記目印の一例として千鳥マーク状のエンボスビット71が刻印された記憶媒体70が示されており、情報は2列のエンボスビット71の間に記憶される。また、ここでは、このエンボスビットが用いられるいわゆるサンプルサーボ方式のトラッキングが行なわれる。このようなサンプルサーボ方式のトラッキングは、連続グループを有する記憶媒体を前提としたトラッキングに比べて、記録トラックを横断するシーク時でも近接場光で検知できるという利点がある。このため、サンプルサーボ方式は、SILが用いられた光情報記憶装置に有効なトラッキング手段であり、書き換え可能な光磁気ディスクや相変化記録を用いる場合には特に有効なトラッキング手段である。本実施形態では、情報の書き換えが可能な光磁気ディスクが用いられる。

【0070】図13は、サンプルサーボ方式のトラッキングの説明図である。

【0071】この図13には、図12に示す千鳥マーク状のエンボスビット71のうちの2つが示されており、上述したようにこの2つのエンボスビット71の間に情報が記憶される。また、この図13には、記憶媒体上に照射された光の集光スポット90も示されており、集光スポット90は、記憶媒体が回転することによって、図13の矢印Fが示すように図の右方へと移動し、2つのエンボスビット71上を順次通過する。

【0072】集光スポット90に集光された光は記憶媒体によって反射されて検出され、その検出信号の強度は、集光スポット90がエンボスビット71上を通過する際に強度変調される。図13の左上には、検出信号強

他、マイクロメータによる手動調整等も考えられるが、ここではアクチュエータが採用されている。さらには、本発明にいう平行度調整機構は、コリメートレンズ21を光軸方向に移動させるものであってもよい。

【0050】また、この図7には、反射プリズム40が示され、図3同様に、収束レンズ51およびSIL52からなる対物レンズ50が搭載された浮上型のスライド60が示されている。この対物レンズ50は、本発明にいう集光部の一例である。上記図3で説明したようにスライドとしては浮上型のスライドと摺動型のスライドが考えられ、この図7には一例として浮上型のスライド60が示されている。浮上型のスライドは、記憶媒体70との相対速度により、ナノメータ精度でSIL52と記憶媒体70との間隔を調節することができ、そのため、SIL52の平面に集光された照射光が、微小スポットのままで記憶媒体70上に照射される。つまり、この図7に示された構成の場合、SIL52の平面に光をフォーカスすることが、すなわち記憶媒体70にフォーカスすることに相当する。また、摺動型のスライドにおいても、記憶媒体に接するスライド端面とSILの平面とを数ナノメータ以下だけずらすことにより、浮上型のスライド同様に記憶媒体上に微小スポットを形成することが

できる。

【0051】コリメータ20によって生成された平行光束は、反射プリズム40によって反射されて収束レンズ51に入射し、図2同様に、収束レンズ51によって屈折されて収束光に変換され、SIL52によりさらに屈折されて記憶媒体70上に集光される。反射プリズム40、収束レンズ51およびSIL52はスライド60に固定されており、図4、図5、図6に示したような波面収差を生じさせる原因となった、収束レンズ51およびSIL52の間隔誤差や光軸に垂直な方向の配置誤差や超半球のSIL52の厚み誤差が存在する。後述するように、このような波面収差は、アクチュエータ30によって第1変換レンズ22が光軸に平行な方向に移動されることにより、コリメータ20によって生成される平行光束の平行度が調整されて平行光束が若干収束光束あるいは発散光束にされることで抑制される。

【0052】以下に示す表1には、対物レンズ50の仕様の一例が示されている。但し、図7にはSILの例として超半球のSILが示されているが、以下の表1には、半球のSILが採用された例も示されている。

【0053】

【表1】

収束レンズの開口数	SILの種類	SILの屈折率
NA=0.65	半球 (r=0.5mm)	n=1.875
NA=0.35	超半球 (r=0.5mm)	n=1.875

【0054】この表1に示されている対物レンズの仕様は、半球のSILおよび超半球のSILのうちのいずれのSILが採用された場合であっても、対物レンズ50の開口数がNA=1.22となるように設定されている。

【0055】また、以下の表2には、コリメートレンズ21、第1変換レンズ22、および第2変換レンズ23の仕様の一例が示されている。

【0056】

【表2】

	焦点距離 f (mm)	光束径φ (mm)
コリメートレンズ	10	2.8
第1変換レンズ	6	2.8
第2変換レンズ	6	2.8~4.0

【0057】以下、これらの表1、2に示す仕様を前提とした、第1変換レンズ22の光軸方向への移動により補正された後の波面収差について説明する。

【0058】図8は、光軸方向の配置位置ずれΔZに起因する波面収差が補正された結果を示すグラフであり、図9は、X-Y平面内の配置位置ずれΔXに起因する波面収差が補正された結果を示すグラフであり、図10は、厚み誤差Δdに起因する波面収差が補正された結果を示すグラフである。

【0059】図8、図9、図10の縦軸および横軸は、

それぞれ、図4、図5、図6の縦軸および横軸に対応しているが、縦軸および横軸のスケールは異なっている場合がある。また、図4、図5、図6同様に、図8、図9、図10には、半球のSILを含む対物レンズが用いられた場合のグラフが直線L10、L11、L12で示されており、超半球のSILを含む対物レンズが用いられた場合のグラフが波線L13、L14、L15で示されており、マレシャルの基準値が一点鎖線L16、L17、L18で示されている。

【0060】まず、図8と図4とを比較すると、図9の

【0086】コリメータ200は、半導体レーザ10からの光をコリメートするコリメートレンズ201と、コリメートレンズ201によってコリメートされて生成された平行光束を発散光束に変換する第1変換レンズ202と、第1変換レンズ202によって変換されてなる発散光束を平行光束に戻す第2変換レンズ203で構成されており、第1変換レンズ202と第2変換レンズ203の配置は、いわゆるガリレオ型望遠鏡の配置である。この第2実施形態でも、アクチュエータ30によって第1変換レンズ202あるいは第2変換レンズ203の位置が光軸と平行な方向に調整されることにより、コリメータ200によって生成される平行光束の平行度が調整されて、SILの取付け誤差や、加工誤差に起因する波面収差が抑制される。また、第1変換レンズ202が、平行光束を収束光束に変換するものであり、かつ、第2変換レンズ203が、その収束光束が焦点を結ぶ前に平行光束に戻すものである場合であっても、波面収差を抑制する効果に何ら遜色はない。

【0087】また、この第2実施形態には、スライド60やコリメータ200等が固定され、それらを図15の興行き方向に走る2本のレール211に沿って移動させるスライド移動部210が備えられている。このようなスライド移動部210であっても、シーク動作時にスライド60とコリメータ200との間隔が一定に保たれるので波面収差の補正効果が安定している。

【0088】図16は、本発明の第3実施形態を示す図である。

【0089】上述した第1実施形態では、記憶媒体上の照射光スポット位置が、第1変換レンズの移動により制御されているが、この第3実施形態では、ガルバノミラー220によってスポット位置が制御されており、ガルバノミラー220は本発明にいう進行方向調整機構の一例であり、コリメートレンズ21とガルバノミラー220によって本発明にいうコリメータが構成されている。また、ミラー230がガルバノミラーである構成であってもスポット位置調整が可能であり、そのような構成の場合には、コリメートレンズ21とミラー220とミラー230によって本発明にいうコリメータが構成されていると観念される。

【0090】また、この第3実施形態には、コリメートレンズ21を光軸に平行な方向に移動させるアクチュエータ240が備えられており、アクチュエータ240は、本発明にいう平行度調整機構の一例である。このようにコリメートレンズを移動させる調節機構は、装置の小型化の上で有効である。

【0091】さらに、この第3実施形態には、スライド60を単独で移動させるスライド移動部250が備えられており、このスライド移動部250は、図16の左右方向に走るレール251に沿って移動することによりスライド60を移動させる。このようにスライド60を単

独で移動させることにより、高速なシーク動作が可能となる。

【0092】以下、第4実施形態について説明する。

【0093】上述した各実施形態では、SILとして半球レンズあるいは超半球レンズが用いられた対物レンズが本発明にいう集光部として用いられる例を示したが、第4実施形態では、本発明にいう集光部として上述した対物レンズに替えて反射型のSIL（またはSIM：ソリッドイメージングミラー）が用いられる。

【0094】図17は、反射型のSILの一例を示す図である。反射型のSIL260においては、配置誤差はレンズのタオレのみであるが、透過面260aと反射面260b、260cがあるため、各面260a、260b、260cの加工誤差と厚みの誤差が問題となる。このような反射型のSIL260が用いられる場合であっても、上述した各実施形態における波面収差の補正が有効である。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光情報記憶装置によれば、厚み誤差や取付誤差に起因する波面収差を容易に補正することができる。その結果、SILを含む高NAの対物レンズにおいて、波面収差を抑制し、記憶媒体上に微小なスポットを実現することができ、さらに、照射スポットの記憶媒体表面上の位置を精密に制御することで、情報の高密度な記録や、高密度に記録された情報の再生を実現することができる。

【0096】また、本発明の光学ヘッドによれば、上述したような波面収差を容易に補正することができ、その結果、SILを含む高NAの対物レンズにおいて、波面収差を抑制し微小なスポットを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】半球のSILが用いられた第1比較例を示す図である。

【図2】超半球のSILが用いられた第2比較例を示す図である。

【図3】SILを含む対物レンズがスライドに搭載された様子を示す図である。

【図4】光軸方向の配置位置ずれ $\Delta Z$ に起因する波面収差を示すグラフである。

【図5】X-Y平面内の配置位置ずれ $\Delta X$ に起因する波面収差を示すグラフである。

【図6】厚み誤差 $\Delta d$ に起因する波面収差を示すグラフである。

【図7】第1実施形態の光学系の一部を示す図である。

【図8】光軸方向の配置位置ずれ $\Delta Z$ に起因する波面収差が補正された結果を示すグラフである。

【図9】X-Y平面内の配置位置ずれ $\Delta X$ に起因する波面収差が補正された結果を示すグラフである。

【図10】厚み誤差 $\Delta d$ に起因する波面収差が補正された結果を示すグラフである。

度の時間変化を示すグラフ100が示されており、このグラフ100には、千鳥マーク状に形成された2つのエンボスピット71の形成位置の差に相当する時間間隔Tを経た2回の強度変調が現れている。これらの強度変調の変調強度 $I_1$ 、 $I_2$ がサンプリングされ、それらの差動信号より、トラックに対する集光スポット90の位置ずれを示すトラッキングエラー信号が検出される。このトラッキングエラー信号に基づいて照射光のスポット位置の移動制御が行われることでトラッキングが行われる。

【0073】図14は、第1実施形態のフォーカス制御系およびトラッキング制御系を表す構成図である。

【0074】半導体レーザ10から出射されコリメートレンズ21により平行光束にされた光は、偏光ビームスプリッタ110によって透過光と反射光に分離される。反射光は集光レンズ121によりフォトディテクタ122に集光され、半導体レーザの光量モニタや、オートパワーコントロールに用いられる。

【0075】偏光ビームスプリッタ110からの透過光は、照射光として、第1変換レンズ22、アパーチャ24、第2変換レンズ23を介して、スライド60に固定された対物レンズにより記憶媒体70上に集光される。

【0076】スライド60には磁界コイル131が設けられており、この磁界コイル131によって記憶媒体70に磁界が印加される。磁界コイル131に磁界変調駆動装置132からの変調信号が入力されると変調磁界が発生し、その変調磁界が印加されながら光が照射されることで記憶媒体70に情報が記録される。記憶媒体70から情報が読み出される際には磁界は印加されない。

【0077】記憶媒体70から反射された光は、再び偏光ビームスプリッタ110に到達して反射され、ビームスプリッタ140によって透過光と反射光に分割される。

【0078】ビームスプリッタ140により反射された光はフォーカシングエラー信号の検出に用いられる。フォーカシングエラー信号の検出方法としては、ナイフエッジ法、非点収差法、スポットサイズ検出法または臨界角法等が考えられ、どの方法で検出を行っても何ら問題ない。この図14には一例としてナイフエッジ法が示されており、ビームスプリッタ140により反射された光は、レンズ151、ナイフエッジ152を介して2分割フォトディテクタ153に到達する。2分割フォトディテクタ153からの信号は差動アンプ154によって検出され、フォーカシングエラー信号が得られる。つまり、差動アンプ154は本発明にいうフォーカシングエラー検出部の一例である。このフォーカシングエラー信号がフォーカス制御系155に入力され、フィードバック信号がフォーカス制御系155からアクチュエータ30に入力される。このフィードバック信号に応じて第1変換レンズ22が光軸と平行な方向に移動されることで、記憶媒体70上の照射スポット径が制御されて、記

憶媒体70にフォーカスが合わせられる。上述したように、第1実施形態では、SILの配置誤差や加工誤差に起因する波面収差を第1変換レンズ22の位置の移動により補正している上、SILと記憶媒体70との間隔はスライド60によりナノメータの間隔で制御されているため、一度光学系を調整すれば再度のフォーカシング制御は必要ない。しかし、例えば、情報の高速シークを行うためにスライド60を単独で移動させる、光路長が変化するような分離光学系を用いる場合には、フィードバック信号を用いたフォーカシング制御が特に有効となる。

【0079】上記ビームスプリッタ140を透過した光は、トラッキング制御と信号検出に用いられる。ビームスプリッタ140を透過した光は、ウォラストンプリズム161により偏光成分が分離され、レンズ162を経て2分割フォトディテクタ163に到達する。2分割フォトディテクタ163からの信号は、差動アンプ170により光磁気信号として検出されて検出系171に入力される。

【0080】また、2分割フォトディテクタ163からの信号は、和算アンプ180によって足し合わされ、エンボスピットによって強度変調されたサンプルサーボ信号となってトラッキング制御系181に入力される。トラッキング制御系181は、図13で説明したように、サンプルサーボによるトラッキングエラー信号を検出し、このトラッキングエラー信号に基づいたフィードバック信号がアクチュエータ30に入力される。従って、トラッキング制御系181は、本発明にいうトラッキングエラー検出部とトラッキング制御部とを兼ねている。アクチュエータ30によってこのフィードバック信号に応じて第1変換レンズ22が光軸に垂直な方向に移動されてトラッキングが行われる。

【0081】さらに、図12に示す千鳥マーク状のエンボスピット71は等間隔に設けられており、サンプルサーボ信号から自己クロックが生成される。この自己クロックに基づいて、記憶媒体70を回転させるスピンドルモータ190の回転速度が一定速度に制御される。

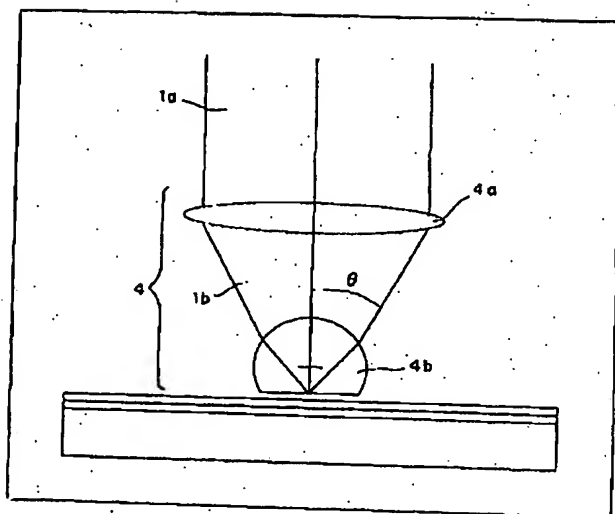
【0082】上述した構成により、SILを用いた高開口数の対物レンズで、記憶媒体に高密度に記録再生を行うことができる。

【0083】以上で第1実施形態についての説明を終了し、以下、第1実施形態とは異なる他の実施形態について説明する。但し、他の実施形態については、第1実施形態との相違点についてのみ説明し共通点についての重複説明を省略する。

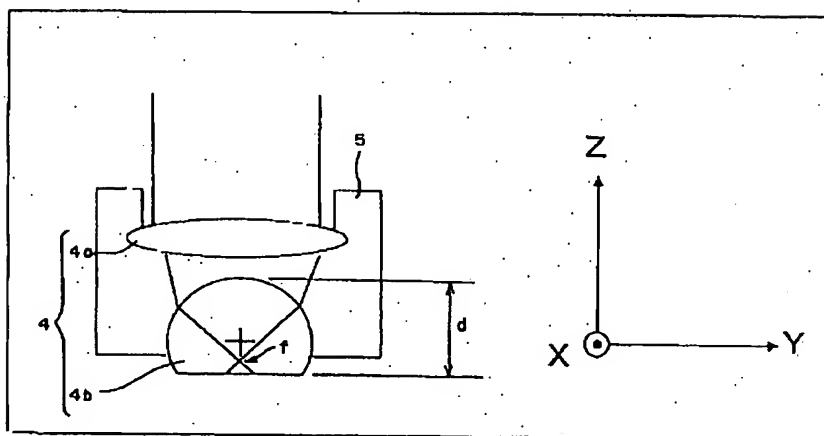
【0084】図15は、本発明の第2実施形態を示す図である。

【0085】この第2実施形態は、コリメータの構成と、本発明にいうスライド移動部が第1実施形態とは異なっている。

【図2】



【図3】



【図11】スイングアーム上に配置されたコリメータ等  
を示す斜視図である。

【図12】記憶媒体に形成されたトラックの一例を示す  
概念図である。

【図13】サンプルサーボ方式のトラッキングの説明図  
である。

【図14】第1実施形態のフォーカス制御系およびトラ  
ッキング制御系を表す構成図である。

【図15】本発明の第2実施形態を示す図である。

【図16】本発明の第3実施形態を示す図である。

【図17】反射型のSILの一例を示す図である。

【符号の説明】

10 半導体レーザ

20, 200 コリメータ

21, 201 コリメートレンズ

22, 202 第1変換レンズ

23, 203 第2変換レンズ

30, 240 アクチュエータ

50 対物レンズ

51 収束レンズ

52 SIL

60 スライダ

70 記憶媒体

71 エンボスピット

80 スイングアーム

155 フォーカス制御系

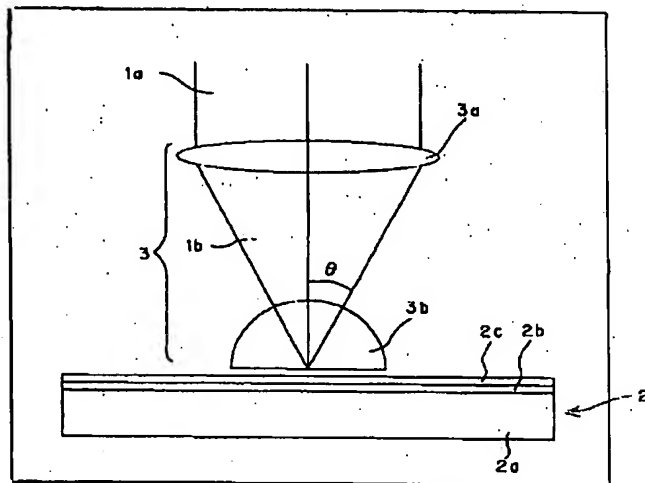
181 トラッキング制御系

210, 250 スライダ移動部

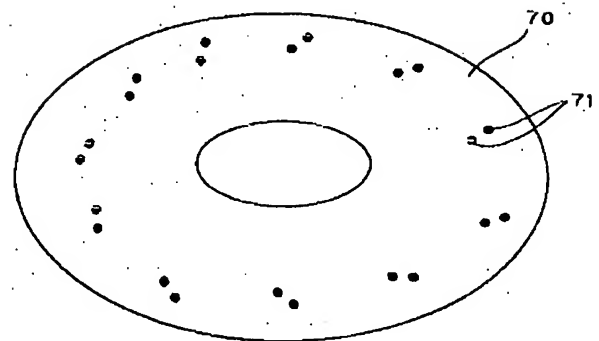
220 ガルバノミラー

260 反射型のSIL

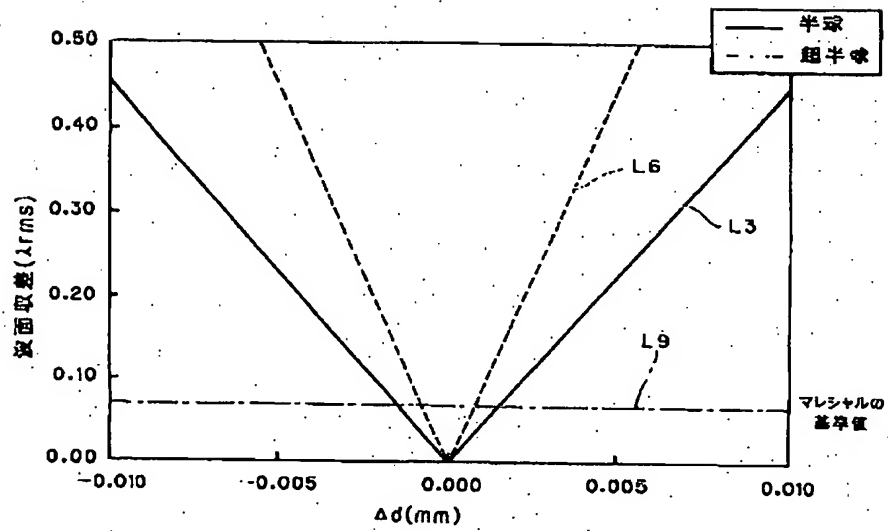
【図1】



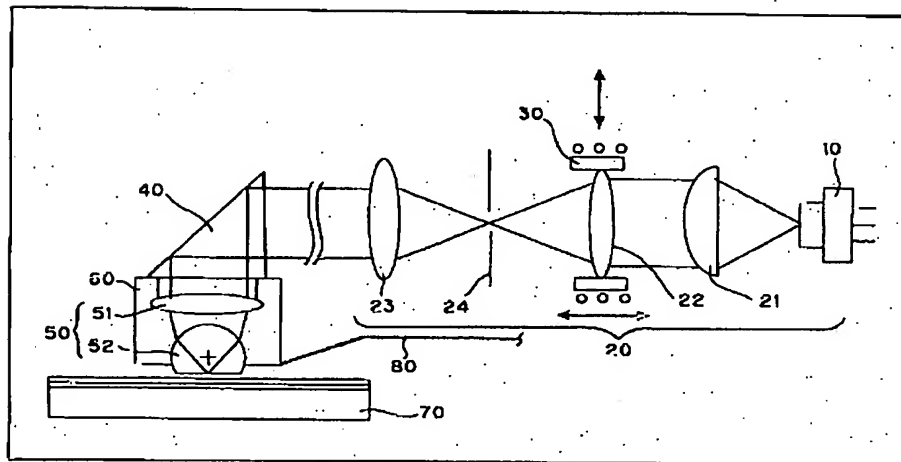
【図12】



【図6】

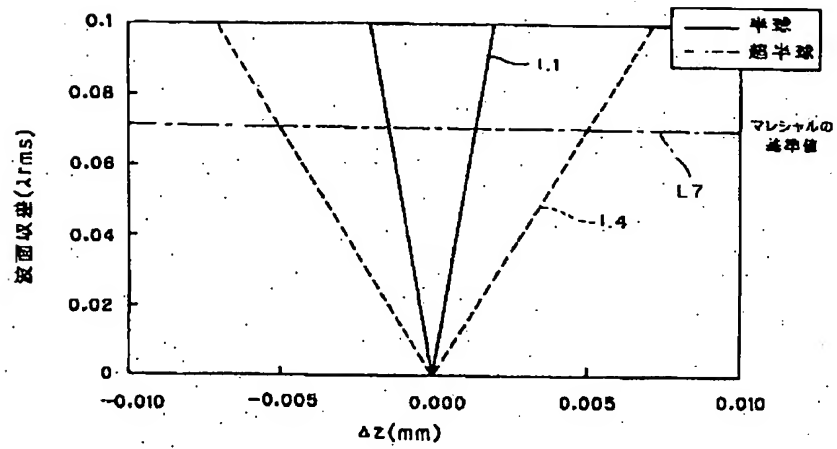


【図7】

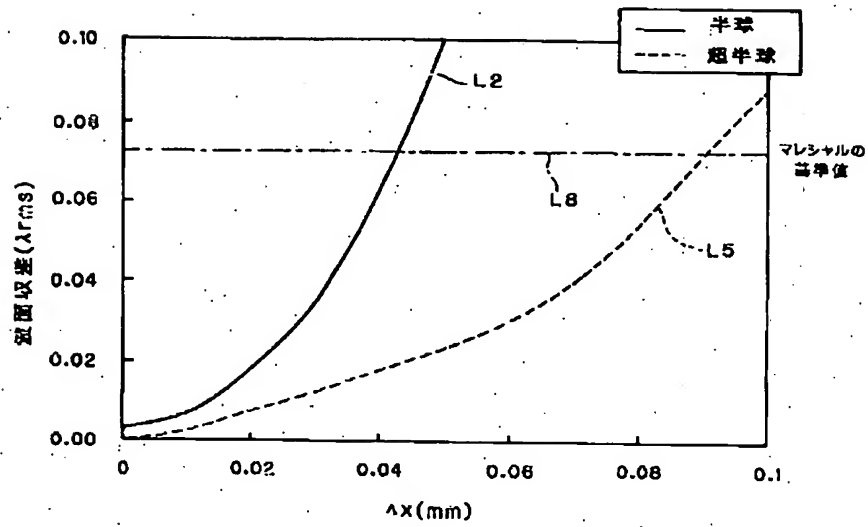




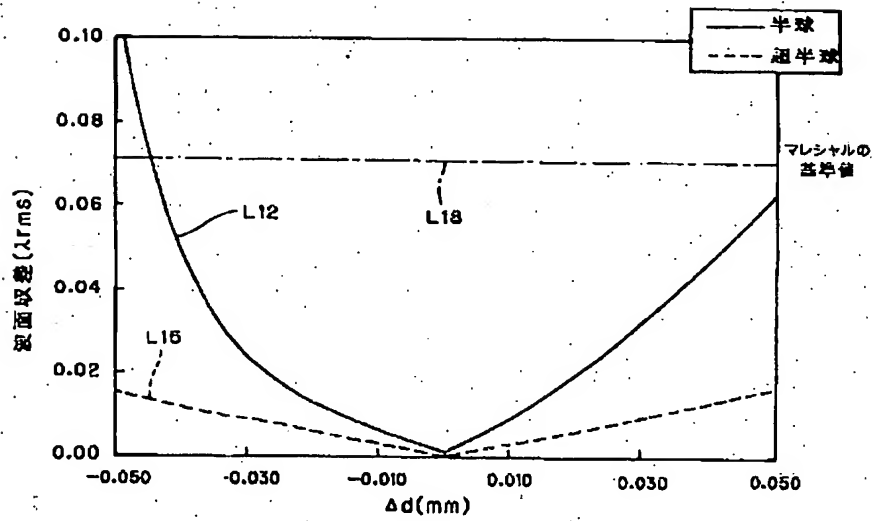
【図4】



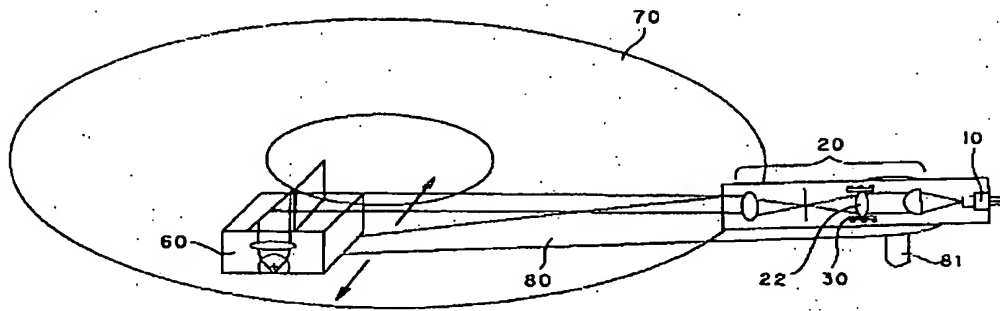
【図5】



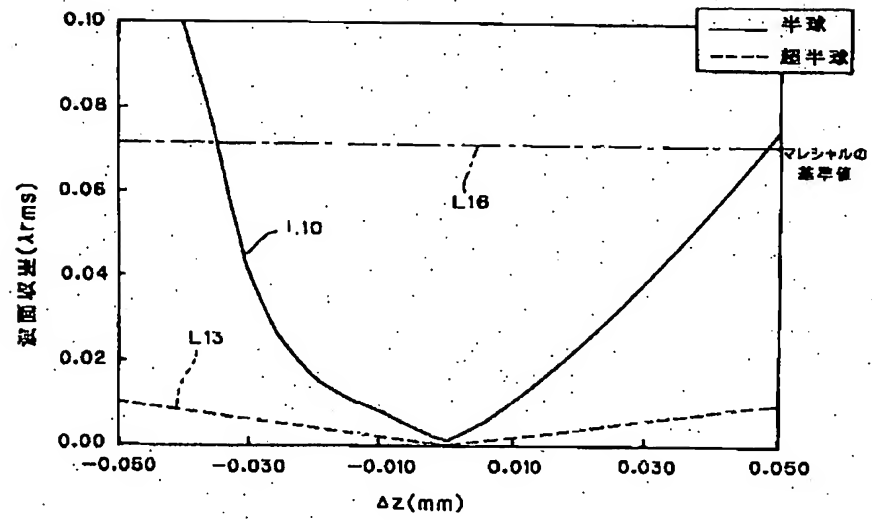
【図10】



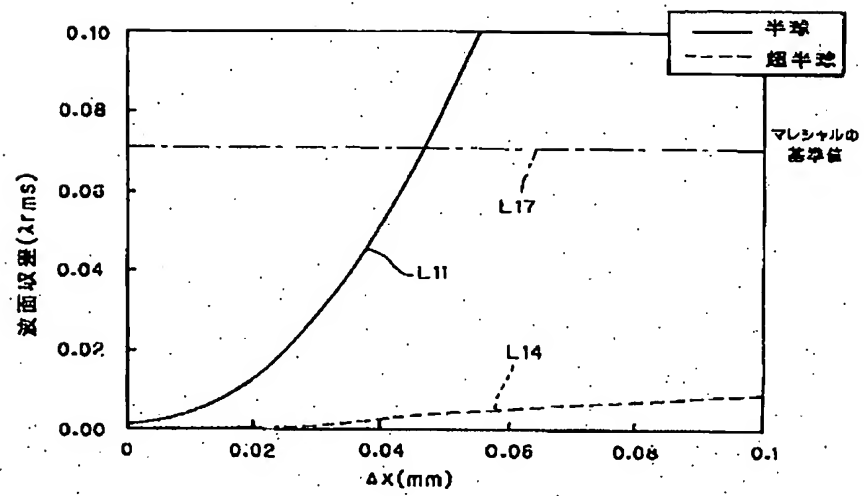
【図11】



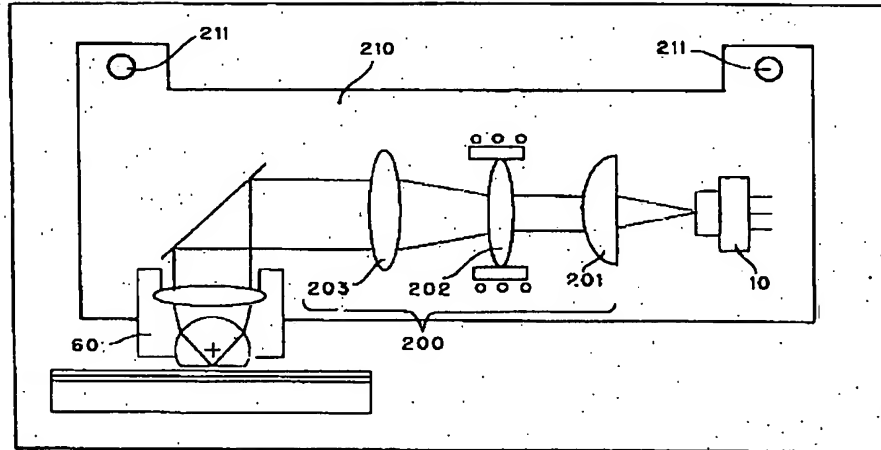
【図8】



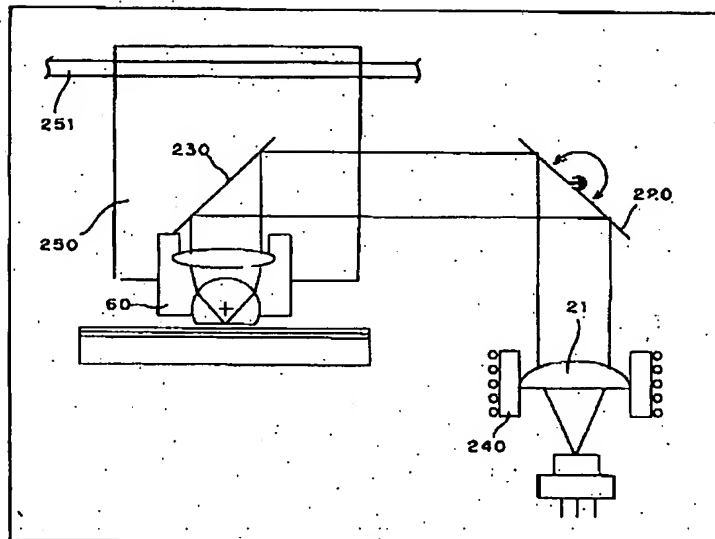
【図9】



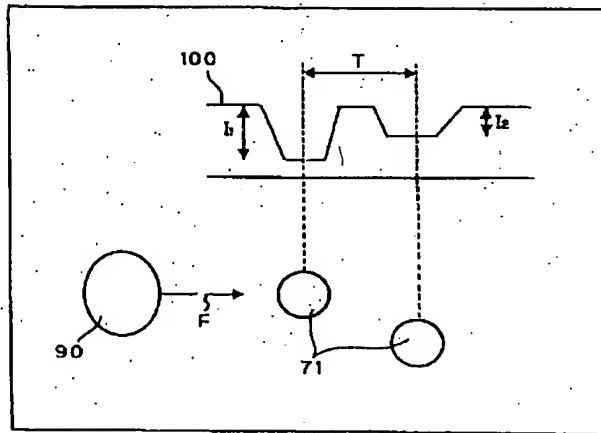
【図15】



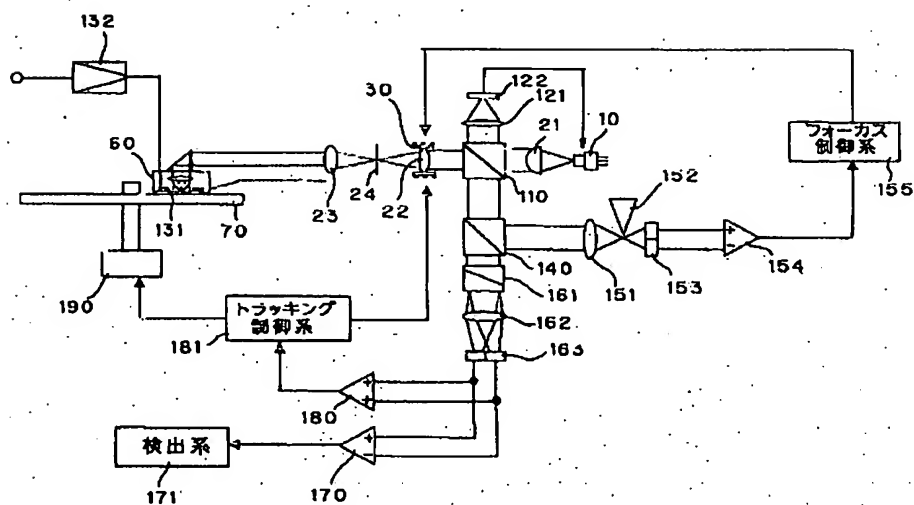
【図16】



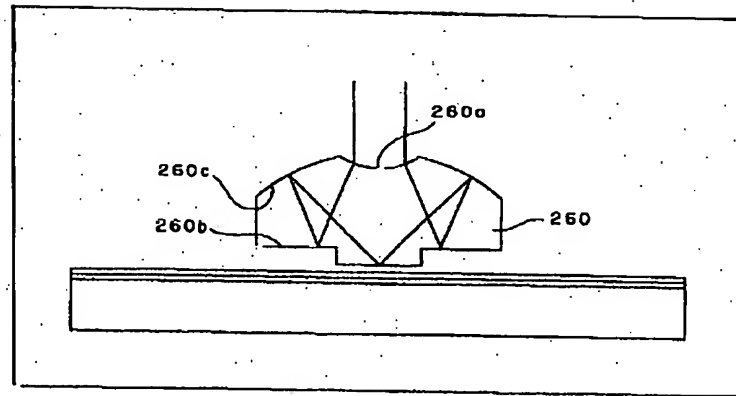
【図13】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 信也  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5D118 AA06 BA03 BA04 CA13 CC12  
DC05 DC07  
5D119 AA38 CA06 EA03 EC01 EC50  
JA02 JA05 JA44 MA06